

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Quantifying the deposit in a fluid-carrying pipe by ultrasonic waves

Patent Number: FR2754898

Publication date: 1998-04-24

Inventor(s): ROMANET THIERRY

Applicant(s):: COMEX TECHNOLOGIES (FR)

Requested Patent: FR2754898

Application Number: FR19960012943 19961018

Priority Number(s): FR19960012943 19961018

IPC Classification: G01N11/00 ; G01N29/02 ; G01N29/22 ; F17D3/01 ; G01B17/02 ; E21B43/01

EC Classification: G01B17/02, G01N29/12

Equivalents:

Abstract

A process for measuring the amount of a deposit which can form on the inside of a pipe (1) comprises: (a) mechanically exciting a section (2) of the pipe by applying at least one point on its outside a vibration exciter (3), with each excited section of the pipe forming a measuring zone; (b) picking up the vibrations transmitted by the pipe at at least one point (4); and (c) calculating from these signals the damping coefficient of the section and as a function of the resonance frequency and the damping coefficient of the pipe without deposit, deducing the thickness of the deposit on this section of pipe. Also claimed is a device for carrying out the above process, comprising: at least one mechanical exciter which can be applied to the outside of the pipe; at least one measuring device which can be applied to the outside of the pipe in the same section to receive vibratory information from the exciter via the pipe; equipment for treating and analysing the signals to obtain the resonant frequency and damping coefficient of the pipe both before a deposit is formed and during testing, and deducing the thickness of the deposit on the pipe. Further claimed is the use of the above instrument to the outside of a pipe.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 754 898

(21) N° d'enregistrement national :

96 12943

(51) Int Cl⁶ : G 01 N 11/00, G 01 N 29/02, 29/22, F 17 D 3/01,
G 01 B 17/02 // E 21 B 43/01

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 18.10.96.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.04.98 Bulletin 98/17.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : COMEX TECHNOLOGIES SOCIETE ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : ROMANET THIERRY.

(73) Titulaire(s) : .

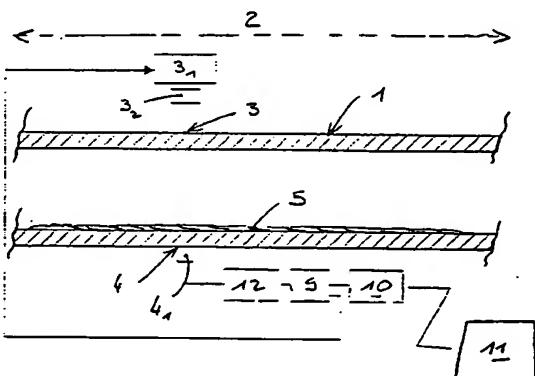
(74) Mandataire : BEAU DE LOMENIE.

(54) PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA MESURE DE LA QUANTITE D'UN DEPOT SUSCEPTIBLE DE S'ETRE FORME DANS UNE CANALISATION DE TRANSPORT DE FLUIDE.

(57) Le secteur technique de l'invention est le domaine de la prévention des risques de bouchage des canalisations de transport de fluides, essentiellement liquides. Le procédé suivant l'invention est tel que:

- on excite mécaniquement une partie (2) de cette canalisation (1) en appliquant en au moins un point de sa surface extérieure une excitation (3) de type vibratoire, chaque partie (2) de canalisation ainsi excitée constituant une zone de mesure,

- on relève en au moins un point (4) de la zone de mesure (2) les vibrations transmises par la canalisation (1),
- à partir des signaux vibratoires ainsi relevés, on calcule à tout moment voulu et même en continu le coefficient d'amortissement vibratoire de la partie (2) excitée de la canalisation (1) et en fonction de la fréquence de résonance de celle-ci et du coefficient d'amortissement vibratoire relevé préalablement lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial dans la canalisation, on en déduit l'épaisseur du dépôt éventuel (5) qui a pu se former à l'intérieur de cette partie (2) de canalisation.



FR 2 754 898 - A1



Procédé et dispositif pour la mesure de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé dans une canalisation de transport de fluide.

La présente invention a pour objet un procédé et dispositif pour 5 la mesure de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé dans une canalisation de transport de fluide.

Le secteur technique de l'invention est le domaine de la prévention des risques de bouchage de telles canalisations.

L'application principale de l'invention est la prévention de ces 10 risques dans les canalisations de transport polyphasique de fluides pétroliers qui ne sont pas traités sur le site de production et qui peuvent entraîner la formation d'une phase solide, tels que hydrates, paraffines, asphaltènes ou autres ; laquelle phase solide peut se déposer en un ou plusieurs points de la canalisation et en réduire alors le débit jusqu'à 15 perturber totalement le transport de l'hydrocarbure.

Or, le contexte économique actuel incite les sociétés opératrices à réduire sensiblement leurs investissements et leurs coûts d'exploitation, en particulier par une meilleure maîtrise et recherche d'élimination des 20 risques de dépôt de cette phase solide, aussi bien dans les installations de traitement que dans celles de transport des hydrocarbures.

Actuellement, les choix technologiques adoptés pour cela lors de la mise en production des champs, dont les hydrocarbures extraits sont susceptibles de former des hydrates, des paraffines, des asphaltènes ou autres, sont surtout d'utiliser plus ou moins systématiquement 25 l'adjonction d'additifs inhibiteurs adaptés au transport des bruts difficiles, et de procéder régulièrement, à titre conservatoire, à des opérations de raclage à l'intérieur des canalisations : ces solutions, souvent combinées, sont onéreuses et ne sont pas totalement satisfaisantes, notamment à cause de la planification hasardeuse de leur 30 mise en oeuvre. Ceci constitue toujours un problème pour la production avec un risque non négligeable en cas de « mauvaise » planification des opérations de raclage et/ou de rajout d'agents inhibiteurs :

- de perte de production, par bouchage des conduites ou du circuit de process au niveau de points singuliers,
 - d'impact sur la sécurité, avec les risques d'accident liés à la venue d'un bouchon d'hydrates, au défaut de fonctionnement de vannes
- 5 procédés, ou au redémarrage d'unités bloquées par la gélification de bruts paraffiniques,
- de perte de marchés commerciaux à cause du non respect de conditions contractuelles de vente en cas d'arrêt de production.

Cependant, comme les opérateurs ne disposent daucun moyen

10 autre que de disposer ou d'envoyer dans la canalisation un équipement de mesure et de contrôle interne (qui peut alors, soit perturber l'écoulement, soit ne pas permettre une mesure en continu, soit ne pas être fiable...) leur permettant d'accéder à la mesure réelle de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur de la canalisation, ils

15 sont conduits à avoir recours aux solutions préventives ci-dessus, qui sont de mise en oeuvre complexe : de plus, celles-ci sont d'autant plus onéreuses qu'en l'absence de données les opérateurs effectuent des opérations de raclage à des intervalles très rapprochés et rajoutent une plus grande quantité d'additif inhibiteur que sans doute nécessaire,

20 puisque déterminée de manière empirique.

On sait par ailleurs qu'actuellement, un système de mesure de dépôt non intrusif est à l'étude au "Christian Michelsen Research AS" (Norvège). Ce système basé sur une instrumentation ultrasonique semble donner des résultats satisfaisant lorsque l'effluent circulant à

25 l'intérieur de la canalisation est gazeux. Dans le cas d'une canalisation transportant des hydrocarbures (liquides, ce qui est un des objectifs principaux de la présente invention, comme indiqué ci-après), l'instrumentation ultrasonique devient inappropriée compte tenu de la trop grande proximité entre les impédances acoustiques de l'effluent

30 liquide circulant à l'intérieur de la canalisation et du dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur de cette canalisation.

Le problème posé est donc de pouvoir déterminer en des points singuliers choisis, l'épaisseur des dépôts d'hydrates, de paraffines,

d'asphaltènes ou de tout autre dépôt, susceptibles d'être présents à l'intérieur d'une canalisation de transport de produits, qu'ils soient liquides et/ou gazeux, et cela par un procédé et dispositif de mesure non intrusif permettant de recueillir une information, laquelle mesure 5 devant pouvoir être continue, et de la transmettre à un opérateur qui peut alors optimiser les opérations de raclage ou d'ajonction d'agents inhibiteurs, comme définies précédemment ; un tel procédé doit pouvoir être mis en oeuvre par un dispositif de mise en oeuvre simple, qui soit fiable et utilisant de préférence des techniques déjà éprouvées, 10 en particulier dans le domaine sous-marin où les canalisations de transport d'hydrocarbures sont posées ou même souvent ensouillées dans le fond de la mer, et donc d'accès difficile.

Une solution au problème posé est un procédé de mesure de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur d'une 15 canalisation, selon lequel :

- on excite mécaniquement une partie de cette canalisation en appliquant en au moins un point de sa surface extérieure une excitation de type vibratoire, chaque partie de canalisation ainsi excitée constituant une zone de mesure,
- 20 - on relève en au moins un point de la zone de mesure les vibrations transmises par la canalisation,
- à partir des signaux vibratoires ainsi relevés, on calcule à tout moment voulu le coefficient d'amortissement vibratoire ξ de la partie excitée de la canalisation et en fonction de la fréquence de résonance de 25 celle-ci et du coefficient d'amortissement vibratoire préalablement relevé lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial dans la canalisation, on en déduit l'épaisseur du dépôt éventuel qui a pu se former à l'intérieur de cette partie de canalisation.

De préférence, on effectue les mesures de vibration et les calculs de 30 coefficients d'amortissement en continu et on informe un opérateur de l'évolution des quantités de dépôts éventuels relevés dans la zone de mesure ; et, en particulier dans le domaine sous-marin, si la canalisation est complètement enterrée, ou même dans le domaine terrestre où la

canalisation peut être appuyée sur le sol, on dégage ladite partie de canalisation que l'on doit exciter mécaniquement de tout appui externe pour lui permettre de vibrer librement.

Les fréquences de vibration utilisées sont dans le domaine des 5 basses fréquences, telles que dans une fourchette de quelques hertz à 5 kilohertz.

L'objectif de la présente invention est également atteint en utilisant une instrumentation de type de celle mise en oeuvre dans le brevet FR 2 717 573 intitulé "Procédé et dispositif pour la mesure et 10 l'asservissement du débit d'un fluide polyphasique dans une canalisation de transport", et ayant pour inventeurs : Michel BERNICOT & Thierry ROMANET. En effet, ce document enseigne un dispositif d'instrumentation d'une canalisation comprenant à la périphérie de la surface extérieure d'une partie de celle-ci, un excitateur mécanique, un 15 capteur recueillant les informations de vibration de ladite partie de canalisation excitée par ledit excitateur, et un appareillage de traitement et d'analyse des signaux vibratoires ainsi relevés ; le procédé de mesure proprement dit ainsi que l'objectif recherché sont cependant très différents de ceux de la présente invention et il n'était pas évident de 20 penser à utiliser, adapter et modifier une telle instrumentation de base pour répondre au problème posé tel que résolu par la présente invention. En effet, l'objectif de ce brevet précédent est de mesurer le ratio liquide-gaz de l'effluent polyphasique circulant à l'intérieur de la canalisation, et non la quantité de dépôt s'étant formée dans ladite 25 canalisation ; de plus, le traitement du signal décrit dans ce document de l'art antérieur est un calcul de déplacements fréquentiels des modes de résonance, et non la détermination d'un coefficient d'amortissement associé à certaines résonances, comme dans la présente invention.

Le résultat est un nouveau procédé et dispositif pour la mesure de 30 la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé dans une canalisation de transport de fluides, essentiellement liquides, et qui répond bien au problème posé.

En effet, les dispositifs de mesure suivant l'invention peuvent être installés en des points singuliers particuliers où l'on sait à l'avance, grâce à des modélisations de l'ensemble de la canalisation, et comme cela est connu de l'homme du métier, que des dépôts éventuels ont de grandes chances de se produire, et la nature desdits dépôts. En excitant alors mécaniquement en tous ces points singuliers, ainsi préalablement déterminés, lesdites parties correspondantes de la canalisation et en effectuant les mesures de vibrations et de calcul de coefficients d'amortissement sur chacune desdites parties ou zones de mesure, on peut connaître à tout moment la quantité de dépôt pouvant s'être formée en chacun de ces points singuliers, ce qui permet :

- d'éviter le bouchage accidentel d'une canalisation de transport en programmant au moment opportun les opérations de raclage ou d'adjonction d'inhibiteurs,
- de réduire les coûts opératoires relatifs au transport des bruts difficiles, en optimisant soit le calendrier des opérations de raclage, soit la quantité d'additifs inhibiteurs à utiliser, soit une combinaison de ces deux solutions.

De plus, l'utilisation de méthodes vibratoires est assez aisée à mettre en oeuvre, même dans le domaine sous-marin où il suffit de dégager la canalisation sur une longueur suffisante, de l'ordre du mètre par exemple, de la protéger de tout risque de contact avec le sol ou autre, en l'enfermant dans une sorte de chambre remplie d'eau dans laquelle des colliers de fixation de l'instrumentation sur la canalisation sont disposés ; l'ensemble des capteurs et des excitateurs sont assez facilement « sous-marinisables » et sont reliés à la surface où se trouvent les équipements de traitement des signaux.

On pourrait citer d'autres avantages de la présente invention, mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en prouver la nouveauté et l'intérêt.

La description et les figures jointes représentent un exemple de réalisation de l'invention, mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres

réalisations sont possibles, dans le cadre de la portée et de l'étendue de cette invention.

la figure 1 représente schématiquement un système vibratoire à un degré de liberté;

5 la figure 2 est une vue schématique en coupe d'une canalisation de transport et du dispositif d'une zone de mesure selon l'invention;

la figure 3 est une vue en perspective d'une canalisation de transport et du dispositif d'une zone de mesure selon l'invention;

10 la figure 4 représente la réponse en fréquence obtenue sur un tronçon de canalisation (vierge de tout dépôt) soumis à une excitation vibratoire;

15 la figure 5 représente la réponse en fréquence obtenue sur le même tronçon de canalisation, soumis à la même excitation vibratoire, après avoir déposé par exemple une pellicule de paraffine de 5 millimètres d'épaisseur à l'intérieur.

La figure 1 représente un système vibratoire élémentaire à un degré de liberté, dans lequel un amortisseur 6 exerçant un effort c (qui est une variable caractéristique de l'amortissement et qui est dans la présente représentation proportionnel à la vitesse de déplacement) et un ressort 7 de raideur k sont montés entre une masse libre 1 de masse m et une structure fixe 8. L'équation connue du mouvement d'un tel système soumis à une excitation harmonique forcée $F(t)$ s'écrit :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F e^{j\omega t}$$

25 On démontre par tout calcul connu qu'un tel système est caractérisé dans le domaine fréquentiel, par une fréquence de résonance f et par son coefficient d'amortissement ξ , s'exprimant de la façon suivante :

30

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (A)$$

$$\xi = \frac{C}{4\pi f m} \quad (B)$$

5 où C est une variable caractéristique de l'amortissement de la
masse libre 1, représentée par exemple par l'effort c dans l'équation de
mouvement précédente.

10 Une structure complexe, telle qu'un tronçon de pipe 2 peut être
modélisée par un empilement de systèmes élémentaires à un degré de
liberté. Un tel système connu sous le nom de "système à n degrés de
liberté", est caractérisé par plusieurs fréquences de résonance et
coefficients d'amortissement associés.

15 Toutefois à proximité de ces résonances et dans le domaine des
basses fréquences, cette structure complexe peut être assimilée à un
système élémentaire à un degré de liberté où la masse libre m est celle
du tronçon de pipe 2 et la structure fixe 8 est celle du reste de la
canalisation non excitée, et les expressions de f et ξ données ci dessus
restent vraies.

20 Le principe de l'invention repose sur le fait qu'un dépôt de type
hydrate, paraffine, asphaltène ou autre, à l'intérieur de la structure
qu'est la canalisation 1 tend à modifier, de par son couplage avec la
conduite 1, les coefficients d'amortissement ξ de ladite structure, et
cela quel que soit l'effluent liquide ou gazeux circulant à l'intérieur de
25 la canalisation.

Or d'une part, les variations des fréquences de résonance
permettent d'accéder à la densité instantanée d'un fluide polyphasique
circulant à l'intérieur d'une canalisation (se reporter au brevet
N°2 717 573), et d'autre part une calibration préalable du système
30 permet de calculer les couples (fréquences de résonance, coefficients
d'amortissement associés) lorsque la conduite est vierge de tout dépôt,
et cela pour les différentes densités instantanées de l'effluent dont on
connaît bien sûr les caractéristiques de base analysées avant de
l'introduire dans la conduite 1.

Ainsi, les évolutions dans le temps desdits coefficients d'amortissement, associés aux fréquences de résonance représentatives du ratio liquide/gaz de l'effluent circulant à l'intérieur de la conduite, sont directement corrélées aux évolutions des quantités de dépôt solide 5 se formant à l'intérieur de la canalisation, et qui par couplage avec cette canalisation 1, modifient la variable C dans la formule (B), laquelle variable C étant préterminée, soit empiriquement par essai préalable, soit mathématiquement en fonction de l'épaisseur du dépôt solide 5 dans la canalisation 1.

10 Ainsi la mesure des coefficients d'amortissement ξ associés aux fréquences f de résonance de la canalisation permet de connaître cette variable C et donc d'accéder à l'épaisseur et à la quantité du dépôt 5 présent à l'intérieur de la canalisation, et cela de manière non intrusive.

15 Pour effectuer la mesure de ces coefficients d'amortissement, on utilise, selon l'invention, le dispositif de mesure illustré par les figures 2 et 3. Sur ces figures, on a représenté un tronçon 2 de la canalisation 1.

20 Le dispositif selon l'invention comprend un excitateur 3₁ qui permet d'appliquer à la canalisation une énergie vibratoire. L'excitateur peut être alimenté en énergie électrique, pneumatique ou hydraulique. Il peut être constitué par un impacteur, un pot vibrant électrodynamique ou piézoélectrique.

25 L'excitateur 3₁ applique une excitation vibratoire sur un point 3 de la surface extérieure de la canalisation 1. Une jauge de contrainte, un capteur d'effort ou une tête d'impédance 3₂ peut être utilisé pour vérifier le bon fonctionnement en niveau d'énergie et en fréquence de l'excitateur 3₁.

A proximité de l'excitateur 3₁ est disposé 4 à l'extérieur de la canalisation 1, au moins un capteur 4₁, qui recueille les informations vibratoires qui lui parviennent via la canalisation 1.

30 Ces informations sont transformées en signaux électriques puis, après « conditionnement » et filtrage « anti-repliement » 12, convertis en signaux numériques par l'intermédiaire d'une carte convertisseur analogique / numérique 9.

Ces signaux sont ensuite traités par l'intermédiaire d'un module de traitement 10, ledit module, outre la génération du signal d'excitation en direction de l'exciteur 3₁, est chargé des tâches suivantes :

- Calcul de la Transformée de Fourier pour chaque capteur 4₁,
- 5 - Extraction des fréquences de résonance f,
- Calcul des coefficients d'amortissement ξ associés aux résonances f,
- Comparaison avec les couples (fréquence de résonance, coefficient d'amortissement) obtenus lors de la phase préalable de 10 calibration (canalisation vierge de tout dépôt), et mis en mémoire,
- Estimation de l'épaisseur et de la quantité de dépôt 5 pour la zone de mesure 2 concernée à partir de la connaissance de la variable C définie précédemment, laquelle étant obtenue par l'analyse de la comparaison des couples ci-dessus,
- 15 - Transmission de l'information en direction du poste de contrôle 11.

Ce poste de contrôle 11 peut afficher sous forme de graphique l'épaisseur des quantités de dépôt mesurée pour la ou les zones de mesure 2 lorsque plusieurs dispositifs identiques sont installés en 20 différents points singuliers de la canalisation 1.

Associé aux programmes de modélisation qui permettent de déterminer, si un ou des dépôts doivent se produire, à quels endroits il y a de fortes chances qu'ils se produisent, lesquels programmes étant connus de l'homme du métier et existant sur le marché, la connaissance 25 de la quantité des dépôts s'étant formés en un ou sur l'ensemble des points singuliers de la canalisation ainsi définie permet d'accéder à la distribution des quantités de dépôt sur l'ensemble de la canalisation. L'opérateur peut alors optimiser les opérations de raclage et/ou d'ajonction d'agents inhibiteurs.

30 Ainsi, le dispositif suivant l'invention pour la mesure de cette quantité de dépôt susceptible de s'être formée à l'intérieur de la canalisation 1, comprend :

- au moins un excitateur mécanique 3 apte à appliquer sur la surface extérieure d'une zone de mesure 2 de la canalisation 1 une vibration mécanique,

5 - au moins un capteur 4₁ apte à être disposé sur la surface extérieure de la même zone de mesure 2 et à recueillir les informations vibratoires émises par l'exciteur 3₁ via la canalisation 1,

10 - un appareil de traitement et d'analyse 12, 9, 10 des signaux vibratoires relevés par le capteur 4₁ et apte à partir de cesdits signaux, de la fréquence de résonance de ladite canalisation 1 et du coefficient d'amortissement vibratoire relevé préalablement lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial dans la canalisation, de calculer à tout moment voulu le coefficient d'amortissement vibratoire ξ de la partie 2 excitée de la canalisation 1 et d'en déduire l'épaisseur du dépôt éventuel 5 qui a pu se former à l'intérieur de cette partie 2 de 15 canalisation.

Tel que représenté sur la figure 3, le dispositif suivant l'invention comprend également des colliers 13 de fixation de l'exciteur 3₁ et du capteur 4₁, aptes à entourer la périphérie de la canalisation 1 et à y maintenir en contact ledit excitateur 3₁ et capteur 4₁.

20 Suivant le procédé de l'invention, la figure 4 représente la réponse en fréquence obtenue sur le même tronçon 2 de canalisation 1 (vierge de tout dépôt) soumis à une excitation vibratoire lors de sa calibration préalable. Le calcul du coefficient d'amortissement ξ_1 associé à la fréquence de résonance f_1 donne : $\xi_1 = 4.7$ par exemple.

25 la figure 5 représente la réponse en fréquence obtenue sur le même tronçon de canalisation, soumis à la même excitation vibratoire, après avoir déposé par exemple une pellicule de paraffine de 5 millimètres d'épaisseur à l'intérieur. Le calcul du coefficient d'amortissement ξ_1 associé à la même fréquence de résonance f_1 donne alors : $\xi_1 = 10.8$.

30 Il est évident que l'ensemble des mesures de calibration et d'étalonnage préalables, ainsi que celles effectuées en fonctionnement, doivent toutes être effectuées sur place « *in situ* » dans les mêmes conditions d'environnement.

Le procédé et dispositif suivant l'invention permet donc de déterminer par des mesures non intrusives, et du reste non radioactives qui pourraient être la crainte de certains opérateurs pour obtenir un tel résultat avec d'autres dispositifs de mesure qui ne sont pas l'objet de la 5 présente invention, les quantités de dépôt d'hydrates, de paraffines, d'asphaltènes ou autre susceptibles de s'être formés à l'intérieur d'une canalisation de transport, ce quel que soit l'effluent présent à l'intérieur de la canalisation.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur d'une canalisation (1), caractérisé en ce que :
 - on excite mécaniquement une partie (2) de cette canalisation (1)
 - 5 en appliquant en au moins un point de sa surface extérieure une excitation (3) de type vibratoire, chaque partie (2) de canalisation ainsi excitée constituant une zone de mesure,
 - on relève en au moins un point (4) de la zone de mesure (2) les vibrations transmises par la canalisation (1),
- 10 - à partir des signaux vibratoires ainsi relevés, on calcule à tout moment voulu le coefficient d'amortissement vibratoire ξ de la partie (2) excitée de la canalisation (1) et en fonction de la fréquence de résonance de celle-ci et du coefficient d'amortissement vibratoire relevé préalablement lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial dans la canalisation, on en déduit l'épaisseur du dépôt éventuel 15 (5) qui a pu se former à l'intérieur de cette partie (2) de canalisation.
- 20 2. Procédé de mesure suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue les mesures de vibration et les calculs de coefficients d'amortissement en continu et on informe un opérateur de l'évolution des quantités de dépôts éventuels (5) relevés dans la zone de mesure (2).
- 25 3. Procédé de mesure suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on excite mécaniquement plusieurs parties (2) d'une même canalisation (1) en des points singuliers déterminés, et on effectue les mesures de vibrations et les calculs de coefficients d'amortissement sur chaque zone de mesure (2).
- 30 4. Procédé de mesure suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on excite ladite partie (2) de canalisation suivant une vibration de basse fréquence comprise entre quelques hertz et 5 kilohertz.
5. Procédé de mesure suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on dégage ladite partie (2) de canalisation de tout appui externe pour lui permettre de vibrer librement.

6. Procédé de mesure suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la longueur de ladite partie (2) excitée de canalisation (1) est de l'ordre du mètre.

7. Dispositif pour la mesure de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur d'une canalisation (1), caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins un excitateur mécanique (3) apte à appliquer sur la surface extérieure d'une zone de mesure (2) de la canalisation (1) une vibration mécanique,

10 - au moins un capteur (4₁) apte à être disposé sur la surface extérieure de la même zone de mesure (2) et à recueillir les informations vibratoires émises par l'excitateur (3₁) via la canalisation (1),

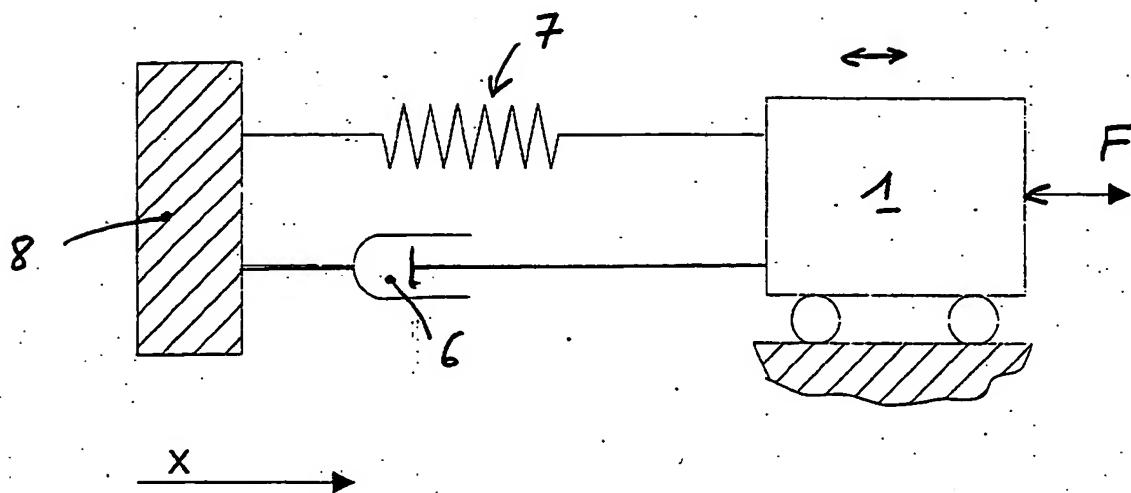
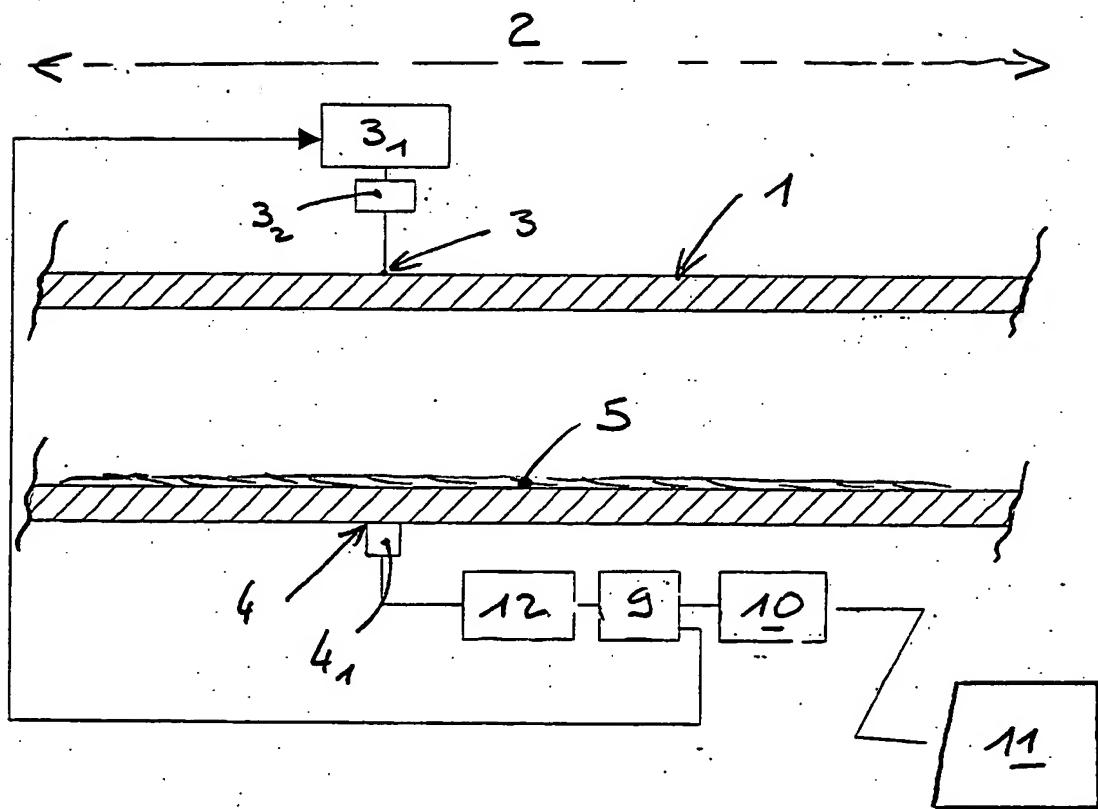
15 - un appareil de traitement et d'analyse (12, 9, 10) des signaux vibratoires relevés par le capteur (4₁) et apte à partir de cesdits signaux, de la fréquence de résonance de ladite canalisation (1) et du coefficient d'amortissement vibratoire relevé préalablement lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial dans la canalisation, de calculer à tout moment voulu le coefficient d'amortissement vibratoire ξ de la partie (2) excitée de la canalisation (1) et d'en déduire 20 l'épaisseur du dépôt éventuel (5) qui a pu se former à l'intérieur de cette partie (2) de canalisation.

25 8. Dispositif de mesure suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend une jauge de contrainte (3₂), un capteur d'effort ou une tête d'impédance pour mesurer l'intensité et la fréquence de la vibration émise par l'excitateur (3₁).

30 9. Dispositif de mesure suivant l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend des colliers (10) de fixation de l'excitateur (3₁) et du capteur (4₁), aptes à entourer la périphérie de la canalisation (1) et à y maintenir en contact ledit excitateur (3₁).et capteur (4₁).

10. Application d'un dispositif d'instrumentation d'une canalisation (1) comprenant à la périphérie de la surface extérieure d'une partie (2) de celle-ci, un excitateur mécanique (3), un capteur (4)

recueillant les informations de vibration de ladite partie (2) de canalisation excitée par ledit exciteur (3), et un appareil de traitement et d'analyse des signaux vibratoires ainsi relevés, caractérisé en ce que ledit dispositif est utilisé pour calculer à tout moment voulu le coefficient d'amortissement vibratoire ξ de la partie (2) excitée de la canalisation (1), et en fonction de la fréquence de résonance de celle-ci et du coefficient d'amortissement vibratoire relevé préalablement lors de la calibration du dispositif de mesure sans dépôt initial, on en déduit l'épaisseur du dépôt éventuel (5) qui a pu se former à l'intérieur de cette partie (2) de canalisation.

FIGURE 1FIGURE 2

2/3

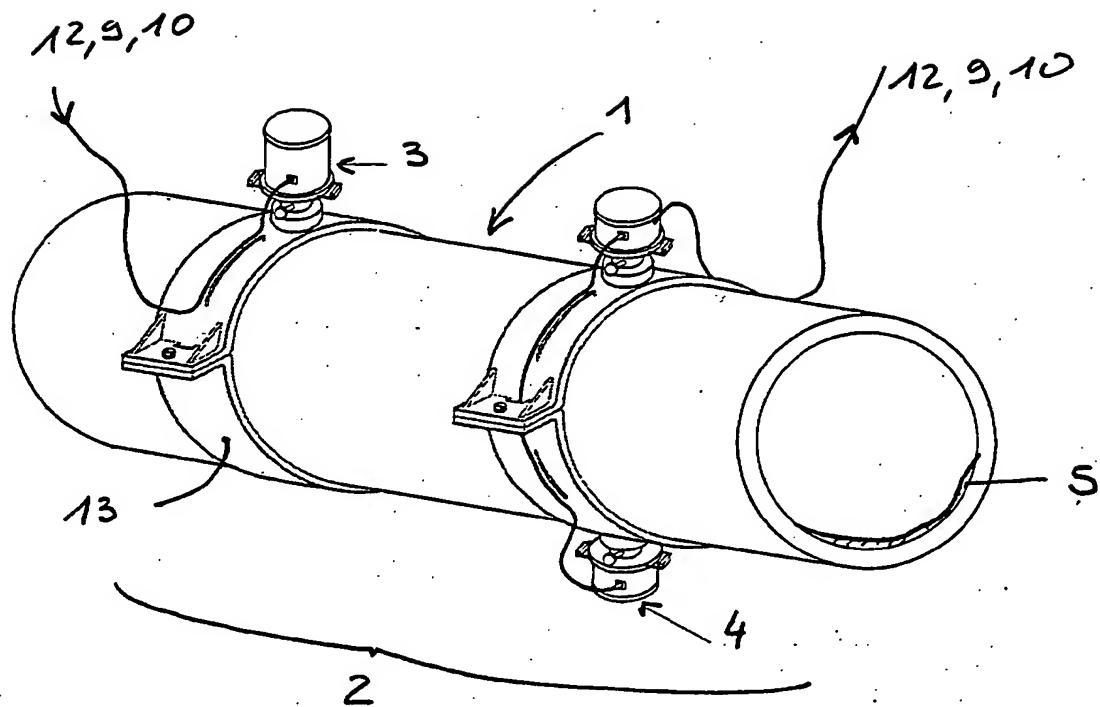


FIGURE 3

dB

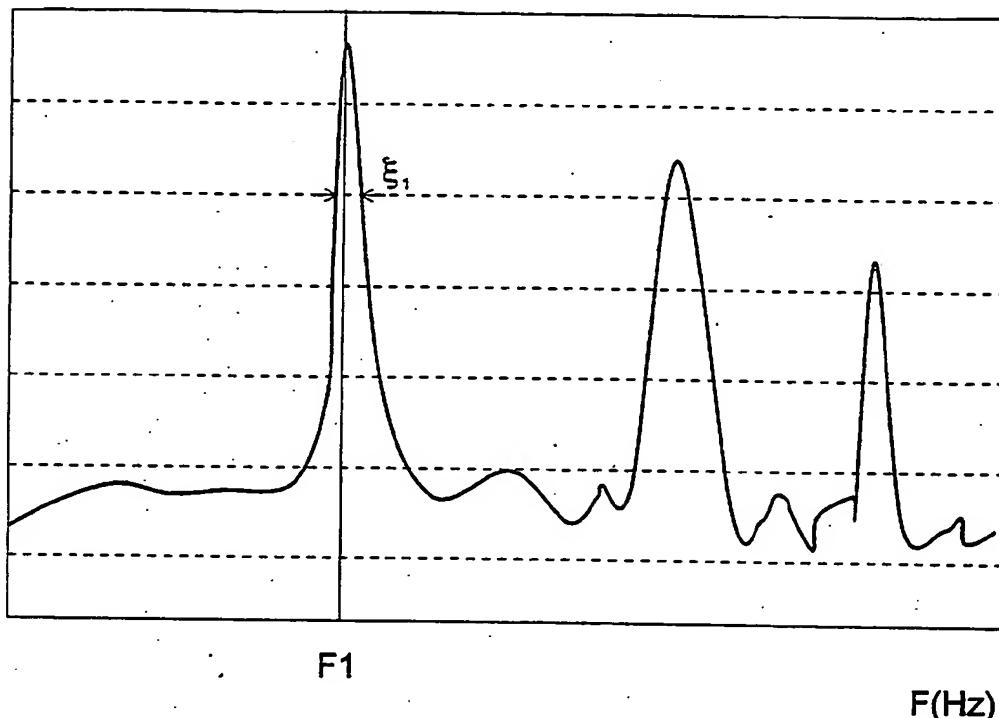


FIGURE 4

dB

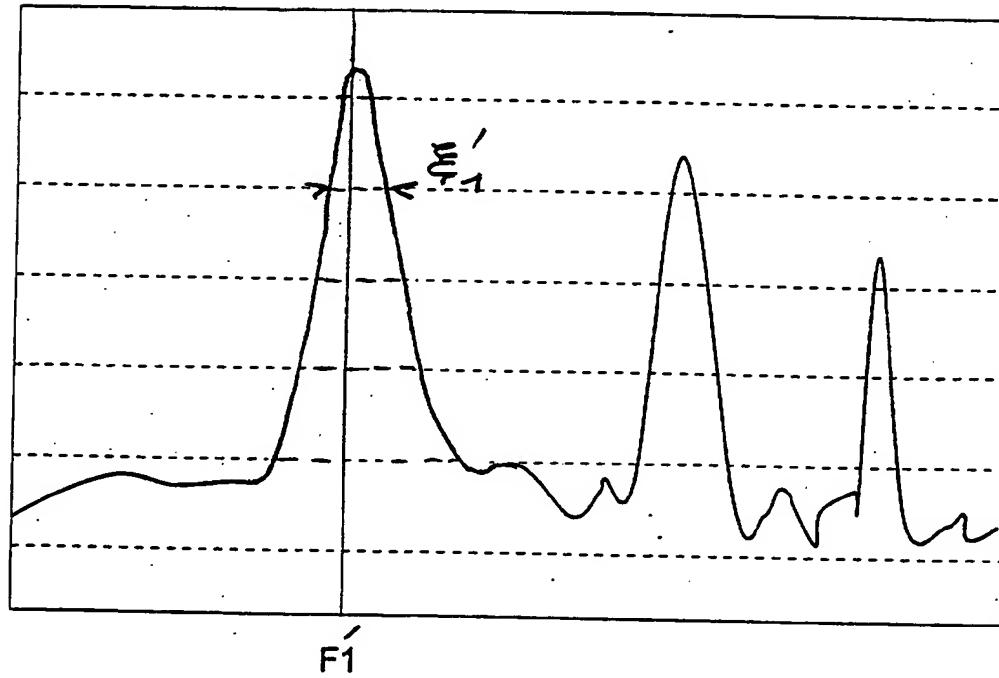


FIGURE 5

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche2754898
N° d'enregistrement
nationalFA 534055
FR 9612943

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US 5 092 176 A (BUTTRAM JONATHAN D ET AL) 3 Mars 1992 * le document en entier * ---	1
A	WO 89 05974 A (SENSORTEKNIKK AS) 29 Juin 1989 * page 1, ligne 4 - ligne 31 * ---	1
A	US 4 669 310 A (LESTER SAMUEL R) 2 Juin 1987 * le document en entier * ---	1
X	EP 0 674 155 A (TOTAL SA ;SYMINEX SA (FR)) 27 Septembre 1995 * le document en entier * & FR 2 717 573 A -----	7,8,10
D		
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G01N G01F G01B
1	Date d'achèvement de la recherche 7 Juillet 1997	Examinateur Brison, O
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		

THIS PAGE BLANK (USPTO)